

PAT-NO: JP02001144072A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001144072 A

TITLE: METHODS OF TREATING SURFACE OF SILICON WAFER,  
MANUFACTURING ODORLESS SILICON WAFER, MANUFACTURING  
OXIDE  
FILM ON SILICON WAFER AND MANUFACTURING SILICON OXIDE  
WAFER, DEVICE FOR FORMING OXYGEN ACTIVE SPECIES  
ATMOSPHERE AND PLANARIZATION SYSTEM

PUBN-DATE: May 25, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YANAGISAWA, MICHIIKO	N/A
SADOHARA, TAKESHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SPEEDFAM CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11320892

APPL-DATE: November 11, 1999

INT-CL (IPC): H01L021/3065, H01L021/316

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide methods of treating a surface of a silicon wafer, manufacturing a silicon wafer, forming an oxide film on a silicon wafer, manufacturing a silicon oxide wafer, a device for forming an oxygen active species atmosphere and a planarization system with which surface contamination can be removed from a silicon wafer whose surface is contaminated after local etching within a short time, and further contamination of a planarized silicon wafer can be prevented.

SOLUTION: A sulfur hexafluoride gas supplied into a discharge tube 30 by a local etching gas supplier 4 is discharged to generate a fluorine active species G. This fluorine active species G is sprayed on a surface of a silicon wafer W via a nozzle section 30a to perform local etching. Then, an oxygen gas supplied into the discharge tube 30 by an oxygen gas supplier 5 is discharged

to generate oxygen active species G1. By filling this oxygen active species G1 in a chamber 1, contamination of the locally etched silicon wafer W is removed or an oxide film is formed over the whole surface of the silicon wafer W.

COPYRIGHT: (C)2001, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-144072

(P2001-144072A)

(43)公開日 平成13年5月25日(2001.5.25)

(51)IntCl.

識別記号

F I

キーワード(参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/316

S 5 F 0 0 4

21/316

21/302

L 5 F 0 5 8

N

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平11-320892

(22)出願日

平成11年11月11日(1999.11.11)

(71)出願人

000107745

スピードファム株式会社

神奈川県綾瀬市早川2647

(72)発明者

柳澤 道彦

神奈川県綾瀬市早川2647 スピードファ

ム・アイベック株式会社内

(72)発明者

佐土原 毅

神奈川県綾瀬市早川2647 スピードファ

ム・アイベック株式会社内

(74)代理人

100101926

弁理士 塚原 孝和

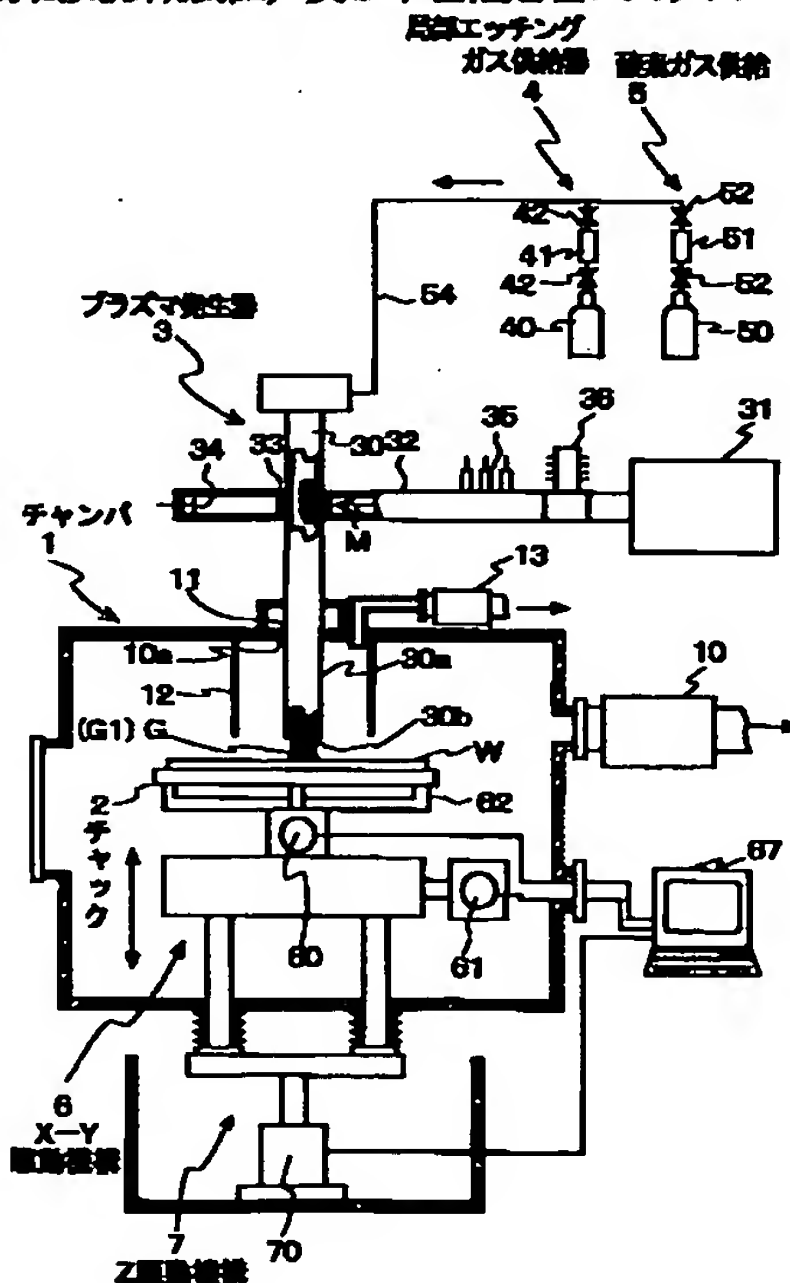
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シリコンウエハの表面処理方法、無臭シリコンウエハ製造方法、シリコンウエハの酸化膜形成方法、酸化シリコンウエハ製造方法、酸素活性種雰囲気形成装置、及び平坦化処理システム

(57)【要約】

【課題】 局部エッチング後の表面汚染されたシリコンウエハを短時間で表面汚染除去することができ、また、平坦化されたシリコンウエハのさらなる汚染を防止することができるシリコンウエハの表面処理方法、シリコンウエハ製造方法、シリコンウエハの酸化膜形成方法、酸化シリコンウエハ製造方法、酸素活性種雰囲気形成装置、及び平坦化処理システムを提供する。

【解決手段】 局部エッチングガス供給器4によって放電管30内に供給された六フッ化硫黄ガスをプラズマ発生器3で放電させてフッ素活性種Gを生成し、このフッ素活性種Gをノズル部30aを介してシリコンウエハWの表面に噴射して局部エッチングする。しかる後、酸素ガス供給器5によって放電管30内に供給された酸素ガスをプラズマ発生器3で放電させて酸素活性種G1を生成し、この酸素活性種G1をチャンバ1内に充満させて、局部エッチング処理済みのシリコンウエハWを汚染除去し、または、シリコンウエハW全面に酸化膜を形成する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フッ素化合物のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に曝して、シリコンウエハに付着した硫黄または炭素系化合物を取り除くことにより、シリコンウエハの表面処理を行う、

ことを特徴とするシリコンウエハの表面処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載のシリコンウエハの表面処理方法において、上記シリコンウエハを、上記酸素活性種の雰囲気中に10秒間～300秒間曝す、ことを特徴とするシリコンウエハの表面処理方法。

【請求項3】 SF<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>又はC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>のいずれかを含むガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に10秒間～300秒間曝して、シリコンウエハに付着した硫黄または炭素系化合物を取り除くことにより、表面汚染除去されたシリコンウエハを製造する、ことを特徴とするシリコンウエハ製造方法。

【請求項4】 所定のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に曝して、シリコンウエハ全体に所定厚さのシリコン酸化膜を形成する、

ことを特徴とするシリコンウエハの酸化膜形成方法。

【請求項5】 請求項4に記載のシリコンウエハの酸化膜形成方法において、上記シリコン酸化膜の厚さは、5nmから50nmの以内である、

ことを特徴とするシリコンウエハの酸素膜形成方法。

【請求項6】 所定のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に曝すことにより、5nmから50nmの以内厚さのシリコン酸化膜が形成されたシリコンウエハを製造する、

ことを特徴とする酸化シリコンウエハ製造方法。

【請求項7】 平坦化処理されたシリコンウエハを出し入れするためのゲートを有し且つ内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、

上記チャンバ内に設けられ、上記シリコンウエハを少なくとも平坦化処理された表面を露出させた状態で保持するウエハ保持体と、

放電管のノズル部の開口を上記チャンバ内と連通させ、放電管内の酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて、酸素活性種を生成し、この酸素活性種を上記ノズル部の開

口から上記チャンバ内に噴射するプラズマ発生器と、上記プラズマ発生器の放電管内に上記酸素ガス又は酸素混合ガスを供給するためのガス供給器とを具備することを特徴とする酸素活性種雰囲気形成装置。

【請求項8】 請求項7に記載の酸素活性種雰囲気形成装置において、

上記ウエハ保持体は、上記平坦化処理された表面全面と裏面の大部分を露出させた状態で、裏面外縁部3mm以内を固定することにより、上記シリコンウエハを保持するチャックである、

ことを特徴とする酸素活性種雰囲気形成装置。

【請求項9】 請求項7に記載の酸素活性種雰囲気形成装置において、

上記ウエハ保持体は、複数の上記シリコンウエハをそれぞれ収納可能な複数の収納部を有し、各収納部が上記平坦化処理された表面全面と裏面とを露出させた状態でシリコンウエハの裏面を略点接触状態で支持するウエハカセットである、ことを特徴とする酸素活性種雰囲気形成装置。

【請求項10】 内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、

上記チャンバ内に設けられ、シリコンウエハの表面全面と裏面の大部分を露出させた状態で、裏面外縁部を吸着することにより、上記シリコンウエハを保持するチャックと、

ノズル部の開口を上記シリコンウエハの表面に対向させた状態で上記チャンバに取り付けられた放電管内のガスを放電させて、活性種を生成し、この活性種を上記ノズル部の開口から噴射するプラズマ発生器と、

上記プラズマ発生器の放電管内に局部エッチング用のガスを供給するための局部エッチングガス供給器と、

上記プラズマ発生器の放電管内に上記酸素ガス又は酸素混合ガスを供給するための酸素ガス供給器と、

上記シリコンウエハの表面が上記ノズル部の開口と平行に移動するように、上記チャックを移動させるための平面駆動機構と、

を具備することを特徴とする平坦化処理システム。

【請求項11】 局部エッチング装置と酸素活性種雰囲気形成装置と搬送装置とを具備する平坦化処理システムであって、

上記局部エッチング装置は、シリコンウエハを出し入れするためのゲートを有し且つ内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、このチャンバ内に設けられ且つシリコンウエハの表面を露出させた状態で裏面を吸着することにより、上記シリコンウエハを保持するチャックと、ノズル部の開口を上記シリコンウエハの表面に対向させた状態で上記チャンバに取り付けられた放電管内の所定のガスを放電させて、活性種を生成し、この活性種を上記ノズル部の開口から噴射するプラズマ発生器と、

このプラズマ発生器の放電管内に上記所定のガスを供給

するための局部エッチングガス供給器と、上記シリコンウエハの表面が上記ノズル部の開口と平行に移動するように、上記チャックを移動させるための平面駆動機構とを備え、

酸素活性種雰囲気形成装置は、上記シリコンウエハを出し入れするためのゲートを有し且つ内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、このチャンバ内に設けられ且つ複数の上記シリコンウエハをそれぞれ収納可能な複数の収納部を有し且つ各収納部が上記局部エッチング処理された表面全面と裏面とを露出させた状態でシリコンウエハの裏面を略点接触状態で支持するウエハカセットと、放電管のノズル部の開口を上記チャンバ内と連通させ、放電管内の酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて、酸素活性種を生成し、この酸素活性種を上記ノズル部の開口から上記チャンバ内に噴射するプラズマ発生器と、このプラズマ発生器の放電管内に上記酸素ガス又は酸素混合ガスを供給するための酸素ガス供給器とを備え、

上記搬送装置は、上記局部エッチング装置と酸素活性種雰囲気形成装置の各ゲートを開き、局部エッチング処理されたシリコンウエハを外部の空気に曝すことなく、上記チャックから上記ウエハカセットの収納部内に搬送するものである、ことを特徴とする平坦化処理システム。

【請求項12】 SF6を含む硫黄化合物のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、オゾン水又はフッ化水素酸水溶液に所定時間漬けて、シリコンウエハに付着した硫黄化合物成分を取り除く、

ことを特徴とするシリコンウエハの表面処理方法。

【請求項13】 SF6を含む硫黄化合物のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、オゾン水又はフッ化水素酸水溶液に所定時間漬けて、シリコンウエハに付着した硫黄化合物成分を取り除くことにより、表面汚染除去されたシリコンウエハを製造する、

ことを特徴とするシリコンウエハ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、平坦化処理されたシリコンウエハの表面汚染除去やシリコンウエハに酸化膜を形成するためのシリコンウエハの表面処理方法、シリコンウエハ製造方法、シリコンウエハの酸化膜形成方法、酸化シリコンウエハ製造方法、酸素活性種雰囲気形成装置、及び平坦化処理システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】シリコンウエハの平坦化には、シリコンウエハの表面を機械的及び化学的に研磨するCMP装置

などが多用されてきた。しかし、半導体の高密度化に伴い、シリコンウエハの平坦度を高めるため、近年では、プラズマ中に発生する活性種によってシリコンウエハを局部的にエッチングする局部エッチング装置が使用されるようになってきた。図20は、一般的な局部エッチング装置を示す断面図である。この局部エッチング装置は、SF6（六フッ化硫黄）ガス等をプラズマ発生器100で放電させて、F活性種等を生成し、このF活性種Gをノズル部101からチャック120上のシリコンウエハWの表面Waに噴射することで、表面Waの部分のうち基準厚さ値よりも厚い部分（以下「相対厚部」という）を局部的にエッチングする。具体的には、厚い相対厚部に対しては、チャック120を移動速度即ちノズル部101の相対速度を遅くして、F活性種Gの噴射時間を長くし、低い相対厚部に対しては、ノズル部101の相対速度を速くして、F活性種Gの噴射時間を短くすることにより、シリコンウエハWの表面Wa全体を平坦化する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の技術では、次のような問題がある。エッチング速度の観点からSF6ガスを用いているため、局部エッチング後のシリコンウエハWからS（硫黄）又はS化合物と思われるわずかな臭いを伴う化合物が堆積する。これを放置することは、後工程の洗浄槽の汚染やカセット等での汚染を生じることになるので、従来は、シリコンウエハWを純水などの液体に漬けてS成分等を洗い流すようにしていた。しかし、純水などの液体で洗浄するだけでは、臭が残存し、シリコンウエハWから十分に洗い落とすことができず、この汚染を除去する技術の誕生が切望されていた。また、平坦化されたシリコンウエハWの表面は活性化されており、シリコンウエハWを空気中に曝すと、シリコンウエハWが空気中の不純物を吸着し、シリコンウエハWが汚染される事態が発生する。そこで、特開平10-135161号公報記載の技術のように、平坦化後のシリコンウエハWをオゾン水などに漬けて、シリコンウエハWの表面に酸化膜を形成する処理方法を利用することにより、シリコンウエハWの汚染を防止することも考えられる。しかしながら、この技術では、シリコンウエハWの表面に所定厚さの酸化膜を形成するまでに長時間を要するという問題がある。さらに、上記局部エッチング処理はドライ処理であり、このドライ処理後に、オゾン水に漬けるというウェット処理を施すと、次工程に、洗浄工程と乾燥工程が必要となり、処理工程が多くなってしまい、設備コストが高くなるという問題も生じる。

【0004】この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、局部エッチング後の表面汚染されたシリコンウエハを短時間で表面汚染除去することができ、また、平坦化されたシリコンウエハのさらなる汚染を防



止することができるシリコンウエハの表面処理方法、シリコンウエハ製造方法、シリコンウエハの酸化膜形成方法、酸化シリコンウエハ製造方法、酸素活性種雰囲気形成装置、及び平坦化処理システムを提供することを目的とするものである。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1の発明に係るシリコンウエハの表面処理方法は、フッ素化合物のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に曝して、シリコンウエハに付着した硫黄または炭素系化合物を取り除くことにより、シリコンウエハの表面処理を行う構成とした。かかる構成により、シリコンウエハの付着した硫黄や炭素成分が取り除かれ、表面汚染除去が行われるので、従来のようなシリコンウエハの洗浄工程の負荷を軽減できる。なお、シリコンウエハの表面汚染除去は、酸素活性種と硫黄成分或いは酸素活性種と炭素成分との化学反応によるものと考えられる。このため、表面処理時間が短くて済む。そこで、表面処理時間の好例として、請求項2の発明は、請求項1に記載のシリコンウエハの表面処理方法において、シリコンウエハを、酸素活性種の雰囲気中に10秒間～300秒間曝す構成とした。また、表面汚染のないシリコンウエハの製造方法も方法の発明として成立し得る。そこで、請求項3の発明に係るシリコンウエハ製造方法は、SF<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>又はC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>のいずれかを含むガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に10秒間～300秒間曝して、シリコンウエハに付着した硫黄または炭素系化合物を取り除くことにより、表面汚染除去されたシリコンウエハを製造する構成とした。

【0006】請求項4の発明に係るシリコンウエハの酸化膜形成方法は、所定のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に曝して、シリコンウエハ全体に所定厚さのシリコン酸化膜を形成する構成とした。かかる構成により、シリコンウエハに酸化膜が形成されているので、シリコンウエハを空气中に曝した場合においても、シリコンウエハが空気中の不純物質を吸着することはない。酸化膜の厚さは任意であるが、その好例として、請求項5の発明は、請求項4に記載のシリコンウエハの酸化膜形成方法において、シリコン酸化膜の厚さは、5nmから50nmの以内である構成とした。また、所定厚さの酸化膜が形成されたシリコンウエハの製造方法も方法の発明とし

て成立し得る。そこで、請求項6の発明に係る酸化シリコンウエハ製造方法は、所定のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて生成した酸素活性種の雰囲気中に曝すことにより、5nmから50nmの以内厚さのシリコン酸化膜が形成されたシリコンウエハを製造する構成とした。

【0007】ところで、平坦化処理されたシリコンウエハを酸素活性種の雰囲気中に曝することができる特別な装置も物の発明として成立し得る。そこで、請求項7の発明に係る酸素活性種雰囲気形成装置は、平坦化処理されたシリコンウエハを出し入れするためのゲートを有し且つ内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、チャンバ内に設けられ、シリコンウエハを少なくとも平坦化処理された表面を露出させた状態で保持するウエハ保持体と、放電管のノズル部の開口をチャンバ内と連通させ、放電管内の酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて、酸素活性種を生成し、この酸素活性種をノズル部の開口からチャンバ内に噴射するプラズマ発生器と、プラズマ発生器の放電管内に酸素ガス又は酸素混合ガスを供給するためのガス供給器とを具備する構成とした。かかる装置においては、ウエハ保持体の構造によって、シリコンウエハの表面処理や酸化膜形成の確実性が影響される。そこで、ウエハ保持体の一例として、請求項8の発明は、請求項7に記載の酸素活性種雰囲気形成装置において、ウエハ保持体は、平坦化処理された表面全面と裏面の大部分を露出させた状態で、裏面外縁部3mm以内を固定することにより、シリコンウエハを保持するチャックである構成とした。また、他の例として、請求項9の発明は、請求項7に記載の酸素活性種雰囲気形成装置において、ウエハ保持体は、複数のシリコンウエハをそれぞれ収納可能な複数の収納部を有し、各収納部が平坦化処理された表面全面と裏面とを露出させた状態でシリコンウエハの裏面を略点接触状態で支持するウエハカセットである構成とした。

【0008】また、局部エッチング処理と酸素活性種に曝す処理との双方を実行することができる平坦化処理システムも物の発明として成立し得る。そこで、かかる平坦化処理システムの一例として、請求項10の発明に係る平坦化処理システムは、内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、チャンバ内に設けられ、シリコンウエハの表面全面と裏面の大部分を露出させた状態で、裏面外縁部を吸着することにより、シリコンウエハを保持するチャックと、ノズル部の開口をシリコンウエハの表面に対向させた状態でチャンバに取り付けられた放電管内のガスを放電させて、活性種を生成し、この活性種をノズル部の開口から噴射するプラズマ発生器と、プラズマ発生器の放電管内に局部エッチング用のガスを供給するための局部エッチングガス供給器と、プラズマ発生

器の放電管内に酸素ガス又は酸素混合ガスを供給するための酸素ガス供給器と、シリコンウエハの表面がノズル部の開口と平行に移動するように、チャックを移動させるための平面駆動機構とを具備する構成とした。さらに、平坦化処理システムの他の例として、請求項11の発明は、局部エッチング装置と酸素活性種雰囲気形成装置と搬送装置とを具備する平坦化処理システムであって、局部エッチング装置は、シリコンウエハを出し入れするためのゲートを有し且つ内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、このチャンバ内に設けられ且つシリコンウエハの表面を露出させた状態で裏面を吸着することにより、シリコンウエハを保持するチャックと、ノズル部の開口をシリコンウエハの表面に対向させた状態でチャンバに取り付けられた放電管内の所定のガスを放電させて、活性種を生成し、この活性種をノズル部の開口から噴射するプラズマ発生器と、このプラズマ発生器の放電管内に所定のガスを供給するための局部エッチングガス供給器と、シリコンウエハの表面がノズル部の開口と平行に移動するように、チャックを移動させるための平面駆動機構とを備え、酸素活性種雰囲気形成装置は、シリコンウエハを出し入れするためのゲートを有し且つ内部を略真空状態にすることが可能なチャンバと、このチャンバ内に設けられ且つ複数のシリコンウエハをそれぞれ収納可能な複数の収納部を有し且つ各収納部が局部エッチング処理された表面全面と裏面とを露出させた状態でシリコンウエハの裏面を略点接触状態で支持するウエハカセットと、放電管のノズル部の開口をチャンバ内と連通させ、放電管内の酸素ガス又は酸素混合ガスを放電させて、酸素活性種を生成し、この酸素活性種をノズル部の開口からチャンバ内に噴射するプラズマ発生器と、このプラズマ発生器の放電管内に酸素ガス又は酸素混合ガスを供給するための酸素ガス供給器とを備え、搬送装置は、局部エッチング装置と酸素活性種雰囲気形成装置の各ゲートを開き、局部エッチング処理されたシリコンウエハを外部の空気に曝すことなく、チャックからウエハカセットの収納部内に搬送するものである構成とした。

【0009】また、請求項12の発明に係るシリコンウエハの表面処理方法は、SF<sub>6</sub>を含む硫黄化合物のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、オゾン水又はフッ化水素酸水溶液に所定時間漬けて、シリコンウエハに付着した硫黄化合物成分を取り除く構成とした。さらに、請求項13の発明に係るシリコンウエハ製造方法は、SF<sub>6</sub>を含む硫黄化合物のガスを放電させて生成した活性種をノズルを介してシリコンウエハの表面に噴射することで局部エッチングしたシリコンウエハを、オゾン水又はフッ化水素酸水溶液に所定時間漬けて、シリコンウエハに付着した硫黄化合物成分を取り除くことにより、表面汚染除去されたシリ

コンウエハを製造する構成とした。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

(第1の実施形態) 図1は、この発明の第1の実施形態に係る平坦化処理システムを示す断面図である。この実施形態の平坦化処理システムは、チャンバ1とチャック2とプラズマ発生器3と局部エッチングガス供給器4と酸素ガス供給器5と平面駆動機構としてのX-Y駆動機構6とZ駆動機構7とを備えている。

【0011】チャンバ1は、シリコンウエハWを処理するための箱体であり、真空ポンプ10によってその内部を略真空にすることができる。

【0012】チャック2は、チャンバ1内に配設され、シリコンウエハWの裏面を吸着して保持する部材である。このチャック2は静電式のチャックであり、静電気の力でシリコンウエハWを吸着する機能を有している。図2は、チャック2を示す断面図であり、図3はその平面図である。これらの図に示すように、チャック2は、シリコンウエハWの外縁を支持するリング状の外壁部20と、外壁部20の下部内側に形成され、シリコンウエハWを下方から支持するための下壁部21とを有している。そして、下壁部21の上面には所定高さの3つの突起21aが突設されている。これにより、シリコンウエハWの表面Waを上向きにして、外壁部20内に挿入し、シリコンウエハWの裏面Wbを3つの突起21a上に載せることで、シリコンウエハWがチャック2によって吸着され、シリコンウエハWの表面Wa全面と裏面Wbの大部分とが露出された状態になる。

【0013】図1に示すプラズマ発生器3は、放電管30とマイクロ波発振器31と導波管32とを有しており、放電管30内で生成した活性種をノズル部30aから噴射する機能を有している。放電管30は、石英放電管やアルミナ放電管などであり、その下端部にノズル部30aが形成され、上端部には、後述する局部エッチングガス供給器4及び酸素ガス供給器5がそれぞれ連結された供給パイプ54が接続されている。ノズル部30aは、チャンバ1の上面中央部に穿設された孔10aを介してチャンバ1内に挿入され、この孔10aとノズル部30aとの間にO-リング11が装着されて、孔10aとノズル部30aとの間が気密に保持されている。また、ノズル部30aの周囲には、ダクト12が設けられ、真空ポンプ13の駆動によって、エッチング時の反応生成ガスをチャンバ1外部に排出するようになっている。マイクロ波発振器31は、マグネトロンであり、所定周波数のマイクロ波Mを発振することができる。導波管32は、マイクロ波発振器31から発振されたマイクロ波Mを伝搬するためのもので、孔33を介して放電管30に外挿されている。このような導波管32の左側端内部には、マイクロ波Mを反射して定在波を形成する反



射板（ショートプランジャ）34が取り付けられている。また、導波管32の中途には、マイクロ波Mの位相合わせを行う3スタブチューナ35と、マイクロ波発振器31に向かう反射マイクロ波Mを90°方向（図1の表面方向）に曲げるアイソレータ36が取り付けられている。

【0014】局部エッチングガス供給器4は、プラズマ発生器3の放電管30内に局部エッチング用のガスであるSF6（六フッ化硫黄）ガスを供給するための機器であり、SF6ガスのボンベ40を流量制御器41を介して供給パイプ54に連結した構造になっている。一方、酸素ガス供給器5は、放電管30内に酸素活性種生成用のガスであるO2（酸素）ガスを供給するための機器であり、O2ガスのボンベ50を流量制御器51を介して供給パイプ54に連結した構造になっている。なお、符号42、52はバルブである。

【0015】X-Y駆動機構6は、シリコンウエハWの表面Waがノズル部30aの開口30bと平行に移動するように、チャック2を移動させるための機器である。このX-Y駆動機構6は周知の機器であり、X駆動モータ60によってチャック2を図1の左右に移動し、Y駆動モータ61によってチャック2とX駆動モータ60とを一体に図1の紙面表裏に移動するようになっている。このようなX-Y駆動機構6はチャック支持体62を介してチャック2に連結されている。図4は、X-Y駆動機構6のチャック支持体62を示す断面図であり、図5はその平面図である。チャック支持体62は、十字状に結合された4本のアーム62aで形成され、各アーム62aの先端部62bが上方に折曲されてチャック2の下面に接合されている。そして、4本のアーム62aの結合部62cがX駆動モータ60によってチャック2を移動させるための機構部63に直結されている。かかる構造により、チャンバ1内の気体がチャック支持体62のアーム62aの間を通過してチャック2の孔22内に至り、シリコンウエハWの裏面Wbの略全面と接触する。一方、図1において、Z駆動機構7は、シリコンウエハWの表面Waがノズル部30aの開口30bに対して接近及び離反するように、チャック2を移動させるための機構であり、X-Y駆動機構6を下方から支持している。具体的には、Z駆動モータ70によってX-Y駆動機構6全体を上下に移動するようになっている。このようなX-Y駆動機構6のX駆動モータ60、Y駆動モータ61やZ駆動機構7のZ駆動モータ70の駆動制御は、制御コンピュータ67が所定のプログラムに基づいて行う。

【0016】次に、この実施形態の平坦化処理システムを用いて、シリコンウエハWの平坦化処理及び後処理を行う方法について説明する。まず、平坦化処理である局部エッチング処理方法について説明する。シリコンウエハWをチャック2により吸着した状態で、真空ポンプ

10を駆動してチャンバ1内を低気圧状態にすると共に、Z駆動機構7を駆動させてX-Y駆動機構6全体を上昇させることにより、シリコンウエハWを放電管30の開口30bに近付ける。

【0017】この状態で局部エッチングガス供給器4のバルブ42を開き、ボンベ40内のSF6ガスを流量制御器41及び供給パイプ54を介して放電管30内に供給する。このとき、バルブ42の開度を調整して、SF6ガスの圧力を所定の圧力に維持すると共に、流量制御器41によりSF6ガスの流量を調整する。

【0018】上記SF6ガスの供給作業と並行して、マイクロ波発振器31を駆動させる。すると、マイクロ波Mによって、放電部位に存在するSF6ガスが放電し、F（フッ素）活性種Gが生成される。そして、F活性種Gがノズル部30aに案内されて、ノズル部30aの開口30bからシリコンウエハWの表面Waに噴射される。

【0019】この状態で、制御コンピュータ67によりX-Y駆動機構6を駆動させ、シリコンウエハWが吸着されたチャック2をX-Y方向にジグザグ状に移動させる。すなわち、図6に示すように、ノズル部30aをシリコンウエハWに対して相対的にジグザグ状に走査させる。このとき、ノズル部30aのシリコンウエハWに対する相対速度は、相対厚部の厚さに略反比例するように設定しておく。これにより、図7に示すように、ノズル部30aが非相対厚部W1の真上を高速度で移動し、相対厚部W2の上方にくると、相対厚部W2の厚さに応じて速度を下げる。この結果、相対厚部W2に対するエッチング時間が長くなり、相対厚部W2が平坦に削られることとなる。このようにして、シリコンウエハWの表面WaをF活性種Gで局部的に局部エッチングしながら表面Wa全面を平坦に削ることで、シリコンウエハWの平坦化処理が終了する。

【0020】次に、シリコンウエハWの後処理を行う。上記平坦化処理においては、SF6ガスをシリコンウエハWの局部エッチング用ガスとして用いているので、シリコンウエハWの表面Waに硫黄または硫黄化合物が付着する。このような場合に、この平坦化処理システムを用いて、この発明のシリコンウエハの表面処理方法を実行することができる。すなわち、図1に示すプラズマ発生器3及び局部エッチングガス供給器4を停止させると共に、真空ポンプ10を駆動して、チャンバ1内に残存するガスをシリコンウエハW外部に排出した後、Z駆動機構7を駆動させて、シリコンウエハWを放電管30の開口30bから遠ざける。この状態で酸素ガス供給器5のバルブ52を開き、ボンベ50内のO2ガスを流量制御器51及び供給パイプ54を介して放電管30内に供給する。このとき、バルブ52の開度を調整して、O2ガスの圧力を所定の圧力に維持すると共に、流量制御器51によりO2ガスの流量を調整する。



【0021】上記O<sub>2</sub>ガスの供給作業と並行して、マイクロ波発振器31を駆動させると、マイクロ波Mによって、放電部位に存在するO<sub>2</sub>ガスが放電し、O（酸素）活性種G1が生成される。すると、O活性種G1がノズル部30aの開口30bから噴射されて、チャンバ1全体に拡散し、チャンバ1内部がO活性種G1の雰囲気になる。この結果、シリコンウエハWに付着したSとO活性種G1とが反応し、SO<sub>2</sub>ガスになっているものと推測され、これがシリコンウエハWから蒸発することとなる。なお、SO<sub>2</sub>の蒸気圧は非常に小さく、シリコンウエハWから直ちに蒸発するので、シリコンウエハWをO活性種G1の雰囲気中に10秒〜300秒間程度曝すことで、シリコンウエハWが完全に汚染除去される。この結果、シリコンウエハWの表面処理方法が達成され、表面汚染の無いシリコンウエハWが製造されることとなる。

【0022】このように、この実施形態の平坦化処理システムによれば、一のシステムで局部エッチング処理と表面処理とを行うことができるだけでなく、シリコンウエハの表面処理方法を実行することで、表面汚染のない高品質のシリコンウエハWを提供することができる。さらに、10秒〜300秒間という短い処理時間でシリコンウエハWの完全な汚染除去が可能であり、従来のようなウェットプロセスの場合のように長時間を要しない。

【0023】発明者は、上記効果を実証すべく、以下の比較実験を行った。まず、局部エッチング処理を行った。具体的には、8インチのシリコンウエハWを2.0 Torrに維持されたチャンバ1内のチャック2に吸着させ、局部エッチングガス供給器4のバルブ42を開くと共に流量制御器41を調整して、ポンペ40から300 SCCM即ち1分間当たり300ミリリットルのSF<sub>6</sub>ガスを放電管30に供給し、マイクロ波発振器31から出力350Wのマイクロ波Mを発振して、SF<sub>6</sub>ガスを放電させ、生成したF活性種Gにより、シリコンウエハWを局部エッチング処理した。この局部エッチング処理を11枚のシリコンウエハWに対して行った。次に、チャンバ1内を1.0 Torrにした後、酸素ガス供給器5のバルブ52を開くと共に流量制御器51を調整して、ポンペ50から200 SCCMのO<sub>2</sub>ガスを出力し、放電管30に供給して、マイクロ波発振器31から出力120Wのマイクロ波Mを発振し、O活性種G1を生成して、チャンバ1内をO活性種G1の雰囲気にし、9枚のシリコンウエハWをそれぞれ表面処理した。このとき、各シリコンウエハWのO活性種G1雰囲気中に曝す時間を異ならしめた。すなわち、1枚目、2枚目、3枚目、4枚目、5枚目、6枚目、7枚目、8枚目、9枚目の各シリコンウエハWをそれぞれ1秒間、2秒間、3秒間、5秒間、15秒間、30秒間、1分間、2分間、5分間だけO活性種G1雰囲気中に曝した。すると、1枚目〜3枚目のシリコンウエハWについては、汚染物が

残存していたが、4枚目〜9枚目のシリコンウエハW、即ちO活性種G1雰囲気中に5秒間〜5分間曝したシリコンウエハWについては、汚染物が存在せず、ほぼ完全な汚染除去が行われた。これに対して、10枚目と11枚目のシリコンウエハWについては、従来の方法と同様に、ウェット処理な状態で汚染除去を試みた。具体的には、10枚目のシリコンウエハWを3分間純水で洗浄し、11枚目のシリコンウエハWを硫酸と過酸化水素水を3対1の割合で混合した液で5分間洗浄した。しかし、これらの処理を行ったにもかかわらず、10枚目と11枚目のシリコンウエハWには、汚染物が残存し、汚染除去は成功しなかった。以上の実験から明らかなように、本平坦化処理システムによって平坦化処理したシリコンウエハWをO活性種G1中に僅か10秒間〜300秒間程度曝しておくことで、ほぼ完全な汚染除去を行うことができる。

【0024】ところで、上記したように、平坦化処理されたシリコンウエハWの表面は活性化されている。特に、局部エッチングで平坦化されたシリコンウエハWの活性度は非常に高く、このシリコンウエハWを空気中に曝すと、空気中の不純物が全て吸着され、シリコンウエハWの汚染度が著しい。しかし、この平坦化処理システムを用いることによって、シリコンウエハWの汚染を防止するシリコンウエハの酸化膜形成方法をも実行することができる。すなわち、上記表面処理の場合と同様に、Z駆動機構7を駆動させて、シリコンウエハWを放電管30の開口30bから遠ざけた状態で、酸素ガス供給器5により、所定圧力且つ所定流量のO<sub>2</sub>ガスを放電管30に供給し、プラズマ発生器3によって生成したO活性種G1をチャンバ1全体に拡散し、チャンバ1内部がO活性種G1の雰囲気にする。この結果、シリコンウエハWのSi（シリコン）とO活性種G1とが反応し、所定時間経過後には、SiO<sub>2</sub>（酸化シリコン）の膜がシリコンウエハWの全面に形成される。したがって、シリコンウエハWをO活性種G1の雰囲気中に所定時間曝すことで、シリコンウエハW全面に5 nmから50 nmの以内厚さのシリコン酸化膜を形成するシリコンウエハの酸化膜形成方法を実現することができると共に、5 nmから50 nmの以内厚さのシリコン酸化膜が形成されたシリコンウエハを製造することができる。

【0025】このように、この実施形態のウエハ平坦化システムによれば、一のシステムで局部エッチング処理と表面処理を行うことができるだけでなく、酸化膜形成処理とを行うことができる。この結果、不純物の付着のない高品質のシリコンウエハWを提供することができる。特に、局部エッチング処理されたドライ状態のシリコンウエハに対して、O活性種G1とシリコンとの化学反応によって酸化膜を形成するので、ドライ状態のまま短時間で所望厚さの酸化膜を形成することができ、洗浄工程や乾燥工程を特設する必要がなく、その分設備コ

ストの削減を図ることができる。

【0026】発明者は、上記効果を実証すべく、以下の比較実験を行った。上記条件と同条件下で局部エッチング処理を行った21枚のシリコンウエハWのうち11枚のシリコンウエハWに対して、上記条件と同条件下でO活性種G1の雰囲気中に所定時間曝したところ、図8の曲線aで示す結果を得た。一方、残りの10枚のシリコンウエハWに対しては、従来の酸化膜形成方法と同様に、所定時間オゾン水に漬けて酸化膜を形成したところ、図8の曲線bで示す結果を得た。ところで、酸化膜の厚さは5nm以上であることが望ましい。この厚さよりも薄いと、酸化膜が均一に形成されず、局部的に平坦化処理した清浄な面が露出するおそれがあるからである。これに対して5nm以上の厚さにすることで、酸化膜がシリコンウエハの表面に均一に形成され、シリコンウエハWの汚染を完全に防止することができる。しかし、図8の曲線bで明らかなように、従来の方法では、酸化膜が5nm以上の厚さに成長するには、1日以上という長い時間を要する。これに対して、本実施形態の酸化膜形成方法では、150秒間程度曝すことで、酸化膜が5nm以上の厚さに成長するので、効率が非常に高いことが判る。

【0027】(第2の実施形態)図9はこの発明の第2の実施形態に係る平坦化処理システムを示す断面図であり、図10は平坦化処理システムの概略平面図である。これらの図に示すように、平坦化処理システムは、局部エッチング装置8-1と酸素活性種雰囲気形成装置8-2と搬送装置9とを備えている。

【0028】局部エッチング装置8-1は、チャンバ1とチャック2'とプラズマ発生器3と局部エッチングガス供給器4とX-Y駆動機構6とZ駆動機構7とを有し、第1の実施形態の平坦化処理システムと略同じ構造になっているが、シリコンウエハWの局部エッチング処理のみを目的とする装置であるので、酸素ガス供給器5がなく、且つチャック2'とX-Y駆動機構6とを連結するチャック支持体62もない。図11はチャック2'の構造を示す平面図であり、図12はその断面図である。チャック2'は、円板状の下壁部21'の中央部に、シリコンウエハWより若干小さめの円板状の突起21a'を突設し、下壁部21'上の左側部に弧状の外壁部20'を突設した構造になっている。そして、図12に示すように、下壁部21'下面中央部がX-Y駆動機構6の機構部63に直結されている。これにより、突起21a'でシリコンウエハWの裏面Wbを吸着し、シリコンウエハWをX-Y駆動機構6とZ駆動機構7とによって水平及び上下に移動させることができる。

【0029】このような局部エッチング装置8-1は、酸素活性種雰囲気形成装置8-2に気密に連結されている。具体的には、図9及び図10に示すように、酸素活性種雰囲気形成装置8-2のチャンバ1'に、シリコン

ウエハWを出し入れするためのゲートバルブ80が設けられ、このゲートバルブ80を介して、局部エッチング装置8-1のチャンバ1と酸素活性種雰囲気形成装置8-2のチャンバ1'とが気密に連結されている。このような酸素活性種雰囲気形成装置8-2のチャンバ1'には、真空ポンプ10'が設けられ、チャンバ1'内部を略真空にすることができるようになっている。そして、チャンバ1'の上側に局部エッチング装置8-1のプラズマ発生器3と同構造のプラズマ発生器3'が設けられ、その放電管30がチャンバ1'の上面に取り付けられており、そのノズル部30aの開口30bがチャンバ1'内部と連通している。なお、この酸素活性種雰囲気形成装置8-2は、チャンバ1'内をO活性種G1の雰囲気にする装置であるので、プラズマ発生器3'には、酸素ガス供給器5のみが接続されている。すなわち、O2ガスのボンベ50が流量制御器51及びポンプ52を介して供給パイプ54に連結され、供給パイプ54がプラズマ発生器3'の放電管30の上端部に接続されている。

【0030】また、酸素活性種雰囲気形成装置8-2のチャンバ1'内には、ウエハカセット81が配置されている。図13はウエハカセット81を示す斜視図である。ウエハカセット81は、図13に示すように、4本の支柱82に保持された25段の収納部83を有しており、各段の収納部83にシリコンウエハWを収納することができるようになっている。収納部83は、枠84に十字状のプレート85を接合し、プレート85上にシリコンウエハWの裏面Wbを載せるための突起86が突設した構造になっている。すなわち、収納部83は、シリコンウエハWを収納部83の4つの突起86に載せて収納したときに、4つの突起86とシリコンウエハWの裏面Wbとが点接触状態になり、シリコンウエハWの表面Waと裏面Wbとの大部分とが露出する構造になっている。

【0031】上記ウエハカセット81の各収納部83に、局部エッチング装置8-1で局部エッチングされたシリコンウエハWを搬送する装置が、図9及び図10に示す搬送装置9である。この搬送装置9はロボットであり、図9に示すように、チャンバ1'内に配置されている。このロボット9は、ハンド90が取り付けられた複数のアーム91と、このアーム及びハンド90を動かすための駆動部92とで構成されている。ハンド90は、図11に示すように、駆動部92の制御で開閉する一対の爪93、94である。これら爪93、94には、閉時に略半円状になり且つその内径がシリコンウエハWの直径に略等しく設定された握持部95、95が形成されている。そして、握持部95、95の内側下部には握持したシリコンウエハWを下側から支持するための支持部96が形成されており、この支持部96の上には、シリコンウエハWを載せるための突起97が突設されている。



【0032】図10において、符号98はロード／アンロード室であり、このロード／アンロード室98内には、未処理のシリコンウエハWを収納したカセット99が置かれ、ロボット9はこのカセット99内のシリコンウエハWを1枚ずつ局部エッチング装置8-1内に搬入すると共に、既処理の25枚のシリコンウエハWを収納したウエハカセット81をロード／アンロード室98内に搬出する。

【0033】次に、この実施形態の平坦化処理システムが示す動作について説明する。まず、局部エッチング装置8-1において、第1の実施形態と同様の局部エッチング処理が行われる。すなわち、SF6ガスが局部エッチングガス供給器4のポンベ40からプラズマ発生器3の放電管30に供給され、マイクロ波発振器31による放電によって生成されたF活性種Gにより、チャック2'上のシリコンウエハWが局部エッチングされる。

【0034】この局部エッチング処理が終了すると、真空ポンプ10によってチャンバ1内が略真空にされた後、駆動部92によって制御されたロボット9のアーム91が局部エッチング装置8-1のチャンバ1内に進入し、ハンド90によってチャック2'のシリコンウエハWを取り出す。具体的には、図11に示すハンド90の爪93、94を若干開いた状態で、図14に示すように、爪93、94の支持部96をチャック2'の下壁部21'の上に載せ、シリコンウエハWの下側に進入させる。そして、爪93、94の先端が外壁部20'に突き当たる寸前で、ハンド90全体を上昇させることで、図15に示すように、シリコンウエハWが突起97に載った状態でチャック2'から取り出される。

【0035】しかる後、ロボット9は、取り出したシリコンウエハWを酸素活性種雰囲気形成装置8-2のチャンバ1'内に引き込み、図13に示したウエハカセット81の第一段目の収納部83に収納する。具体的には、ハンド90を収納部83の真上近傍まで持っていき、爪93、94を開いて、シリコンウエハWを収納部83の突起86上にそっと落下させることで、シリコンウエハWを収納部83に収納する。このようにして、局部エッチング処理済みのシリコンウエハWを収納部83に収納した後、ロボット9は、ロード／アンロード室98のゲートバルブ98aを用いて、カセット99から未処理のシリコンウエハWを取り出し、局部エッチング装置8-1に搬入した後、アーム91を酸素活性種雰囲気形成装置8-2内に戻して待機する。この状態で、酸素活性種雰囲気形成装置8-2のゲートバルブ80とロード／アンロード室98のゲートバルブ98aとが閉じ、局部エッチング装置8-1において、2枚目のシリコンウエハWの局部エッチング処理が行われる。

【0036】この動作と並行して、酸素活性種雰囲気形成装置8-2において、酸素活性種雰囲気形成動作が行われる。すなわち、O2ガスが酸素ガス供給器5のポン

ベ50から流量制御器51、バルブ52、供給パイプ54を介して、プラズマ発生器3'の放電管30内に供給され、マイクロ波発振器31による放電で生成されたO活性種G1がノズル部30aの開口30bからチャンバ1'内に噴射され、チャンバ1'内に充満する。これにより、ウエハカセット81の第一段の収納部83に収納されているシリコンウエハWの略全面がO活性種G1に曝されることとなる。

【0037】そして、局部エッチング装置8-1において2枚目のシリコンウエハWに対する局部エッチング処理が終了すると、局部エッチング装置8-1のチャンバ1内及び酸素活性種雰囲気形成装置8-2内が略真空にされた後、ゲートバルブ80が開けられ、ロボット9によってこの2枚目のシリコンウエハWがウエハカセット81の第2段目の収納部83に収納される。以後、3枚目から25枚目までのシリコンウエハWについて、同様の局部エッチング処理と酸素活性種雰囲気中に曝す処理とが行われる。

【0038】ところで、25枚目のシリコンウエハWを第25段目の収納部83に収納した後、酸素活性種雰囲気形成装置8-2でこのシリコンウエハWを10秒間～300秒間だけO活性種G1に曝すことで、25枚目のシリコンウエハWを含めた全てのシリコンウエハWの汚染除去が可能となる。また、25枚目のシリコンウエハWを150秒以上O活性種G1に曝すことで、5nm以上の厚さの酸化膜をシリコンウエハWの全面に形成することができる。このとき、1枚目～24枚目までのシリコンウエハWは、これらのシリコンウエハWがウエハカセット81に収納された後25枚目のシリコンウエハWがウエハカセット81に収納されるまでの間、O活性種G1に曝されているので、これら24枚のシリコンウエハWに対する汚染除去と酸化膜形成が十分に行われていることになる。すなわち、局部エッチング装置8-1における処理時間が例えば3分であるとする、汚染除去時において、上記1枚目のシリコンウエハWはウエハカセット81に収納された後、O活性種G1中に72分10秒以上曝されたことになり、ほぼ完全に汚染除去される。また、酸化膜形成処理時には、1枚目のシリコンウエハWがO活性種G1中に72分10秒以上曝されることがとなり、このシリコンウエハWの酸化膜の厚さは推定で40nm以上になる。

【0039】このように、この実施形態の平坦化処理システムによれば、局部エッチング処理と表面処理又は酸化膜形成処理とを別の装置で連続的に行うことができるので、第1の実施形態の平坦化処理システムに比べ、スループットが極めて高い。また、最後のシリコンウエハWの表面処理や酸化膜形成処理が終了するまで、その前のシリコンウエハWをO活性種G1中に曝しておくので、これらのシリコンウエハWの汚染除去や酸化膜形成のための時間を長時間確保することができる。その他の



構成、作用効果は上記第1の実施形態と同様であるので、その記載は省略する。

【0040】(第3の実施形態)図16は、この発明の第3の実施形態であるシリコンウエハの表面処理方法を実行するための平坦化処理システムを示す断面図である。図16に示すように、この平坦化処理システムは、上記第2の実施形態に適用した局部エッチング装置8-1とフッ化水素酸水溶液85を蓄えた槽86とを備えている。かかる構成により、局部エッチング装置8-1で処理したシリコンウエハWを槽86に1分間以上漬けて、シリコンウエハWに付着した硫黄化合物成分を取り除くことができる。その他の構成、作用効果は上記第2の実施形態と同様であるので、その記載は省略する。

【0041】なお、この発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において種々の変形や変更が可能である。上記実施形態では、プラズマ発生器として、マイクロ波を発振してプラズマを発生するプラズマ発生器3を用いたが、活性種を生成しうる機器であれば良く、例えば高周波によってプラズマを発生して活性種を生成するプラズマ発生器など各種のプラズマ発生器を用いることができる。また、上記実施形態では、局部エッチング処理用のガスとして、SF6ガスを用いたが、あらゆるフッ素化合物のガスを局部エッチング処理用のガスとして使用することができる。特に、シリコンウエハに酸化膜を形成することを前提とする場合には、硫黄化合物を含むガスだけでなく、あらゆるハロゲン化合物のガスを局部エッチング処理用のガスとして使用することができる。また、上記第1及び第2の実施形態では、表面処理用及び酸化膜形成用ガスとして、酸素のみのガスを用いたが、酸素ガスに他のガスを混合したものでも、表面処理用及び酸化膜形成用ガスとして使用することができる。また、上記第2の実施形態では、ロボット9のハンド90に、突起97を形成したが、突起97を形成せずに、シリコンウエハWを支持部96に直接載せる構造としても良い。また、上記第2の実施形態では、酸素活性種雰囲気形成装置8-2のプラズマ発生器3'において、放電管30をチャンバ1'の上面に取り付けた。しかし、本装置では、チャンバ1'内をO活性種G1の雰囲気にてできれば足りるので、ノズル部30aの開口30bがチャンバ1'と連通している限り、放電管30の取付位置は任意である。また、上記第2の実施形態では、ロボット9を酸素活性種雰囲気形成装置8-2のチャンバ1'内に配設したが、図17に示すように、局部エッチング装置8-1と酸素活性種雰囲気形成装置8-2との間にチャンバ1-1を特設し、ロボット9をこのチャンバ1-1内に配設する構成としても良い。このように構成することで、図18に示すように、マルチチャンバ方式の平坦化処理システムを構成することができる。すなわち、多角形のチャンバ1-1に複数の局部エッチング装置8-1と一つの酸素活性種雰囲気

形成装置8-2と一のロード/アンロード室98とを連結することで、スルーアットをさらに向上させることができる。さらに、第3の実施形態では、汚染除去溶液として、フッ化水素酸水溶液85を用いたが、オゾン水を用いてもシリコンウエハを汚染除去することができる。また、上記第1の実施形態において、シリコンウエハWの表面処理方法及び酸化膜形成方法を実行する際に、孔22を有したチャック2でシリコンウエハWを保持したが、図19に示すように、孔を有しない円盤状のチャック2'でシリコンウエハWを保持した状態で、上記方法を実行することを除外するものではない。

【0042】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、請求項1ないし請求項3、請求項12及び請求項13の発明によれば、汚染のない高品質のシリコンウエハを提供することができる。さらに、特に、請求項1ないし請求項3の発明は、短い処理時間でシリコンウエハの完全な汚染除去が可能である。また、請求項4及び請求項5の発明によれば、不純物の付着のない高品質のシリコンウエハを提供することができる。また、酸素活性種とシリコンとの化学反応によって酸化膜を形成するので、所望厚さの酸化膜を短時間で形成することができる。さらに、局部エッチング処理されたドライ状態のシリコンウエハに対して、ドライ状態のまま酸化膜を形成することができるので、洗浄工程や乾燥工程を特設する必要がなく、その分設備コストの削減を図ることができる。さらに、請求項7ないし請求項9の発明によれば、硫黄または炭素系化合物成分が多量に付着していると思われるシリコンウエハ表面を酸素活性種雰囲気中に曝して、汚染除去することができる。特に、請求項8及び請求項9の発明によれば、酸素活性種をシリコンウエハの略全面に接触させることができるので、シリコンウエハの汚染除去や酸化膜の形成を確実に行うことができる。また、請求項10の発明によれば、一のシステムで局部エッチング処理と汚染除去処理とを行うことができ、請求項11の発明に係る平坦化処理システムによれば、一のシステムで局部エッチング処理と酸化膜形成処理とを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態に係る平坦化処理システムを示す断面図である。

【図2】図1の平坦化処理システムに適用されたチャックを示す断面図である。

【図3】図2のチャックの平面図である。

【図4】X-Y駆動機構のチャック支持体を示す断面図である。

【図5】図4のチャック支持体の平面図である。

【図6】ノズル部の走査状態を示す平面図である。

【図7】局部エッチングを説明するための概略断面図である。

【図8】実験結果を示す線図である。

【図9】この発明の第2の実施形態に係る平坦化処理システムを示す断面図である。

【図10】図9の平坦化処理システムの概略平面図である。

【図11】図9に適用されたチャックの構造を示す平面図である。

【図12】図11のチャックの断面図である。

【図13】ウエハカセットを示す斜視図である。

【図14】ハンドをシリコンウエハの下側に進入させた状態を示す断面図である。

【図15】ハンドでシリコンウエハ取り出した状態を示す断面図である。

【図16】この発明の第3の実施形態であるシリコンウエハの表面処理方法を実行するための平坦化処理システムを示す断面図である。

【図17】第2の実施形態の変形例を示す概略断面図で

ある。

【図18】マルチチャンバ方式の平坦化処理システムを示す概略平面図である。

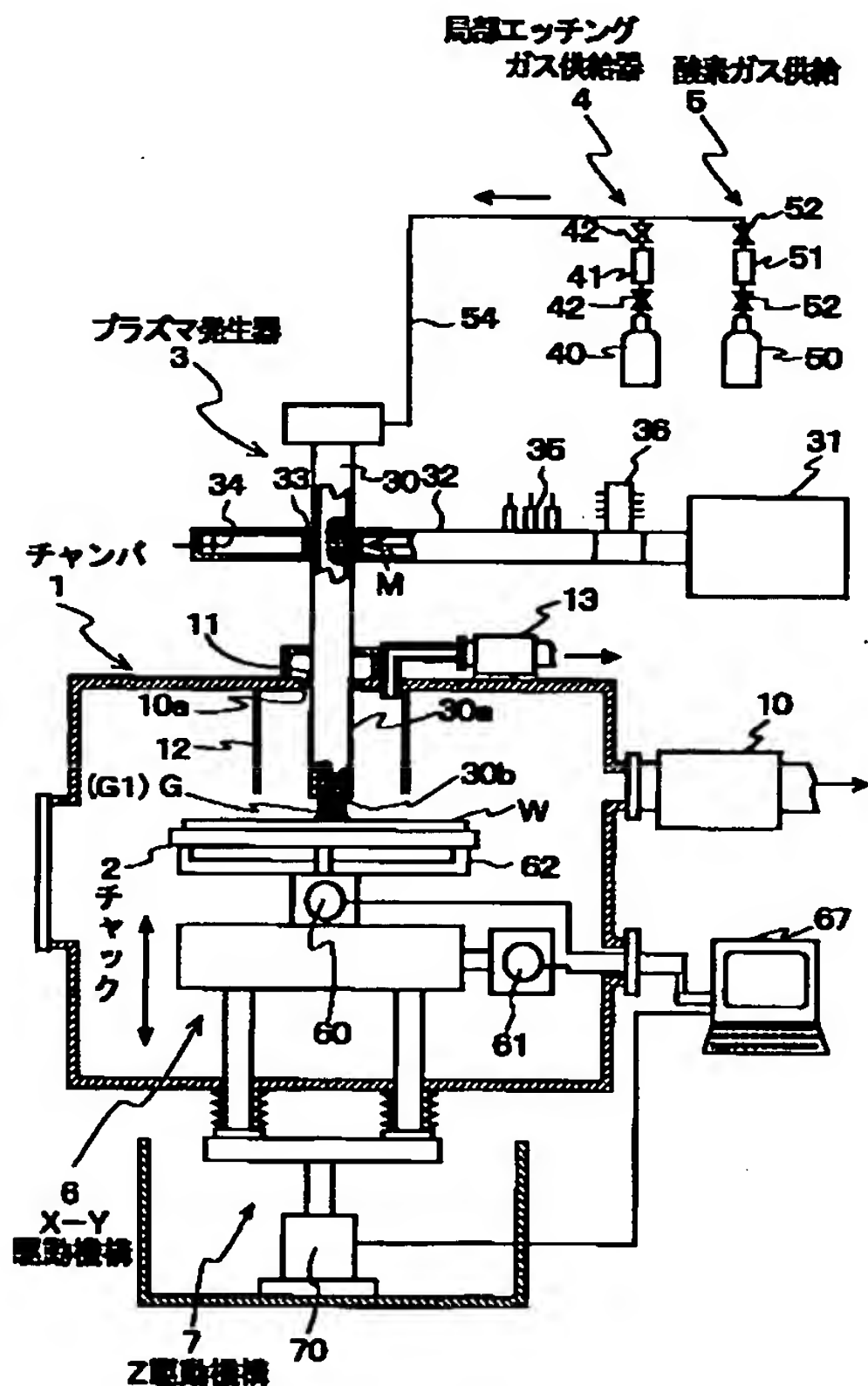
【図19】表面処理方法及び酸化膜形成方法の実行変形例を示す断面図である。

【図20】一般的な局部エッチング装置を示す断面図である。

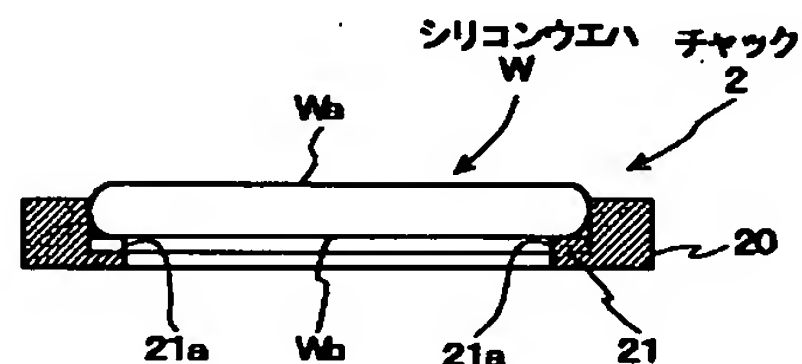
【符号の説明】

1…チャンバ、 2…チャック、 3…プラズマ発生器、 4…局部エッチングガス供給器、 5…酸素ガス供給器、 6…X-Y駆動機構、 7…Z駆動機構、 30…放電管、 30a…ノズル部、 30b…開口、 40, 50…ボンベ、 G…F活性種、 G1…O活性種、 W…シリコンウエハ、 Wa…表面、 Wb…裏面。

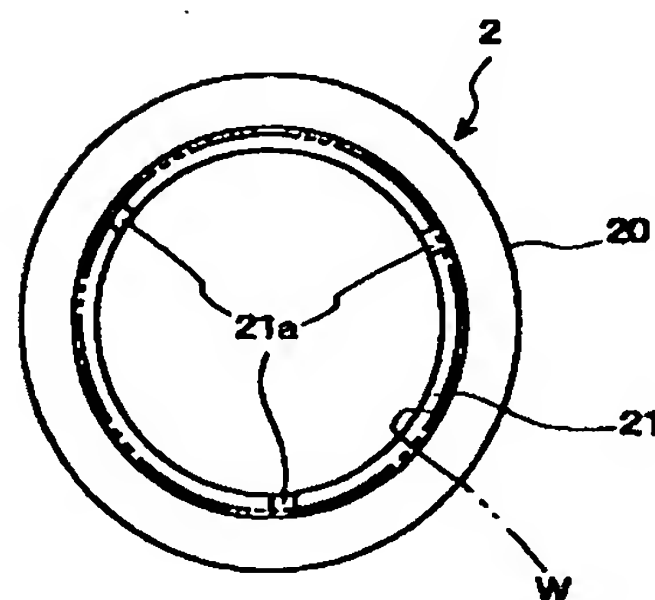
【図1】



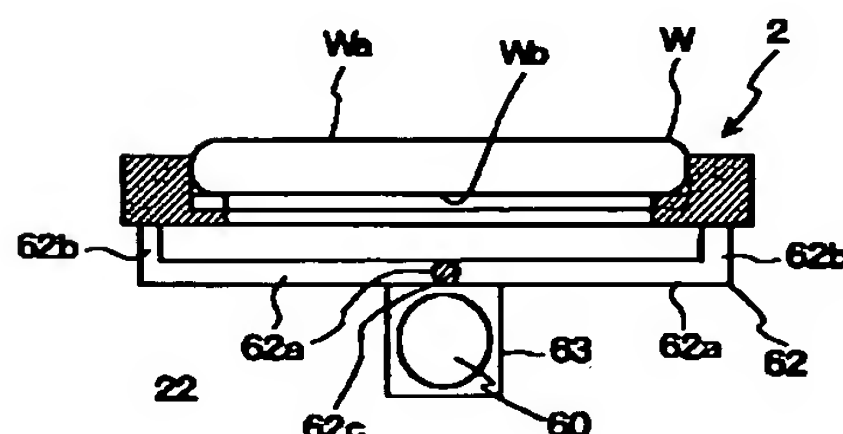
【図2】



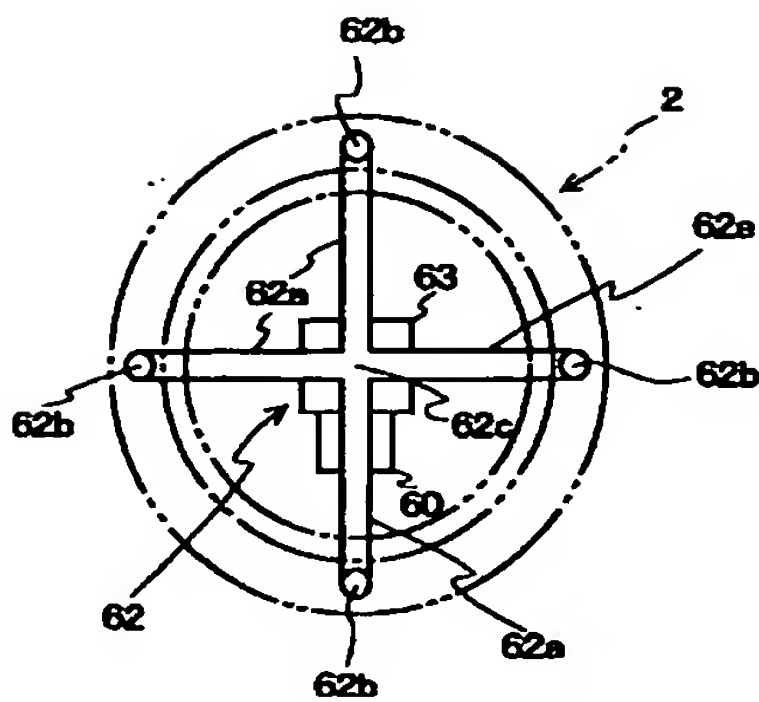
【図3】



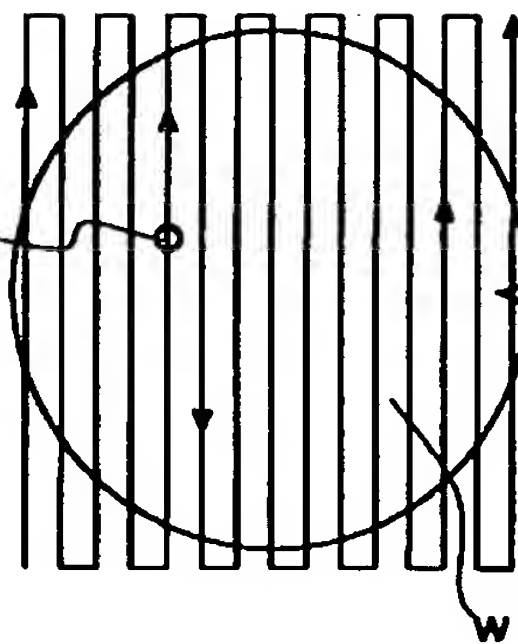
【図4】



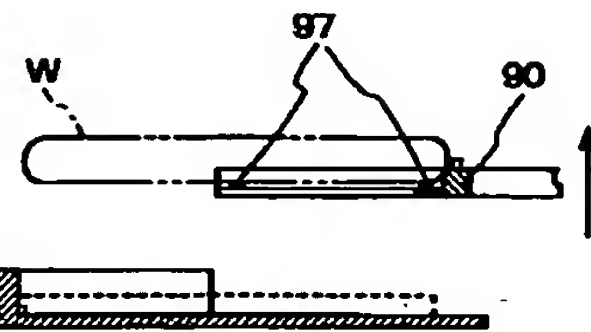
【図5】



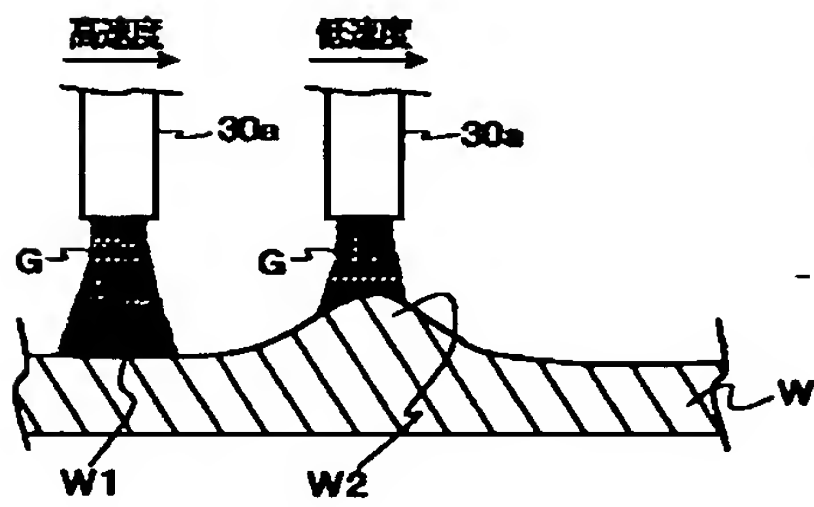
【図6】



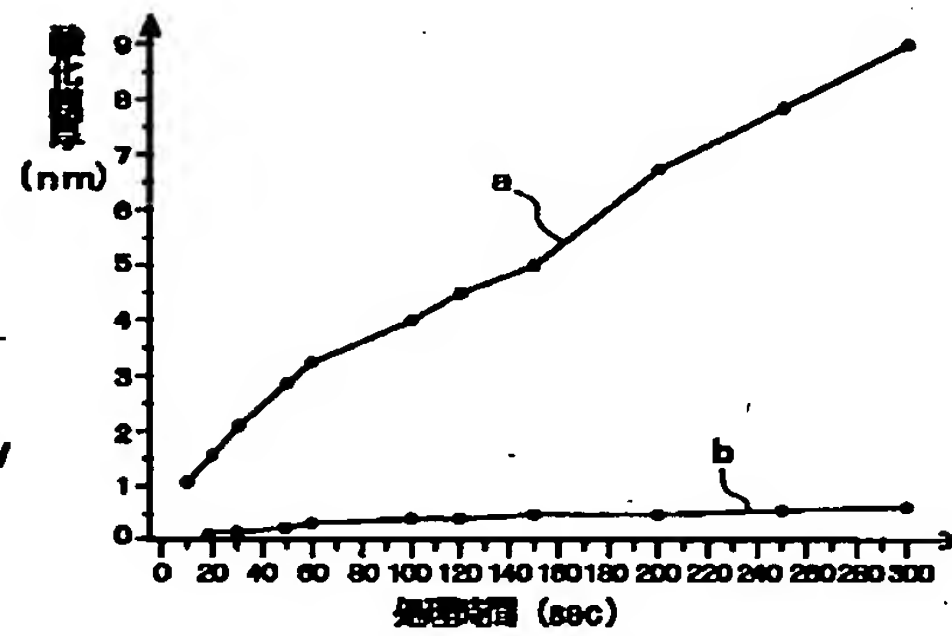
【図15】



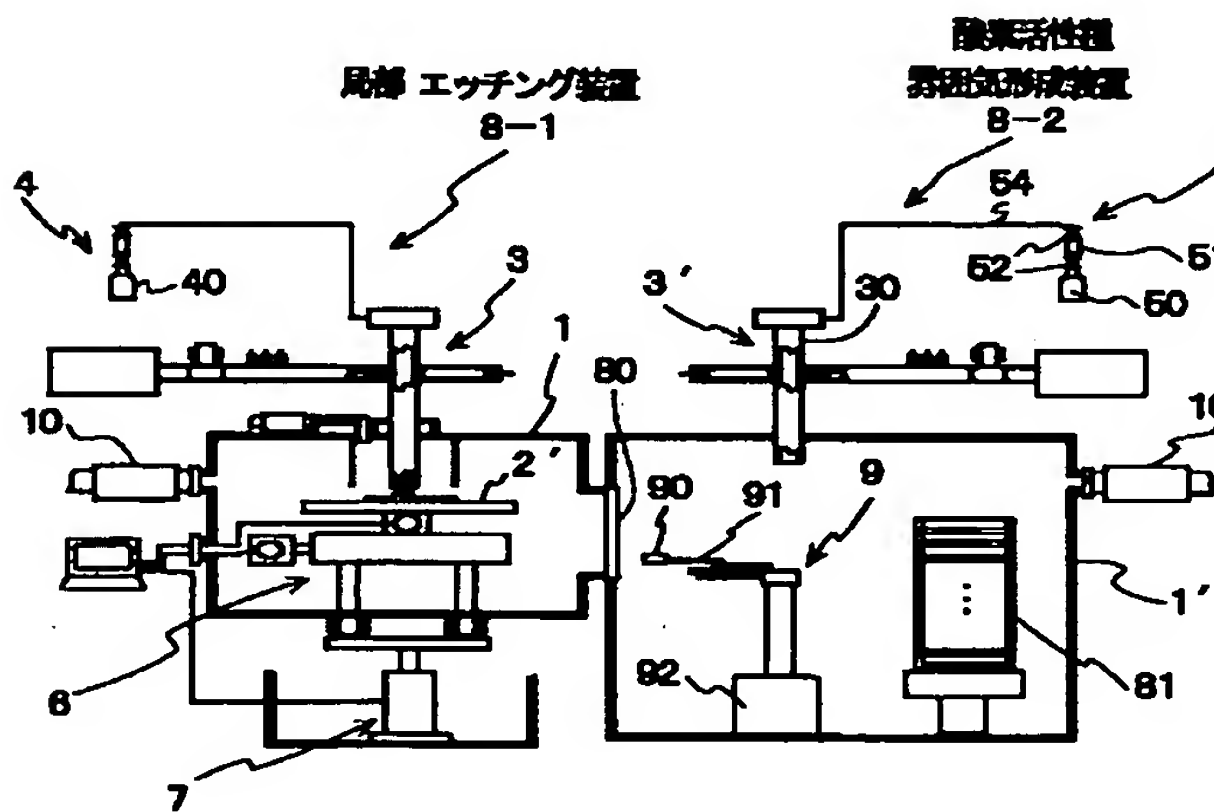
【図7】



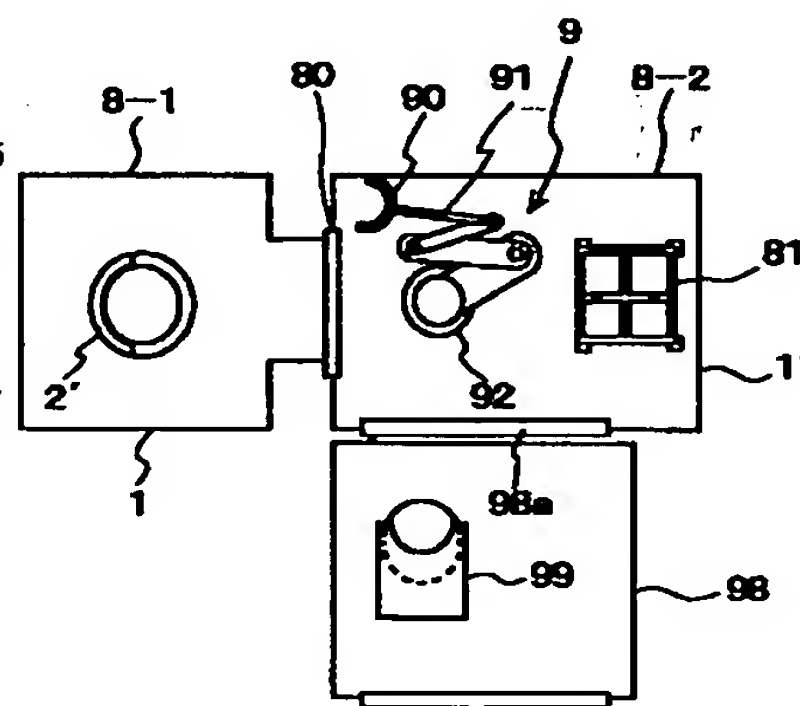
【図8】



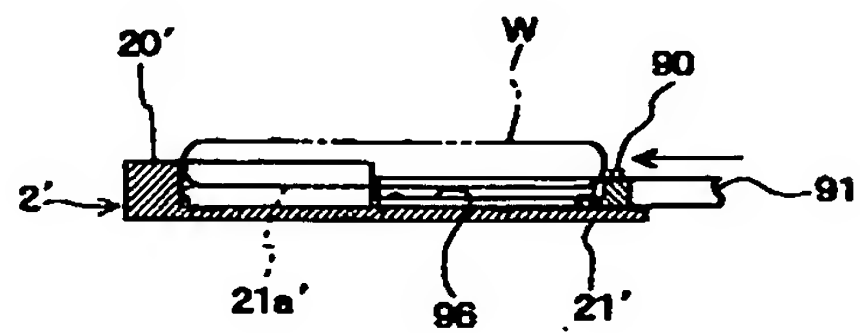
【図9】



【図10】

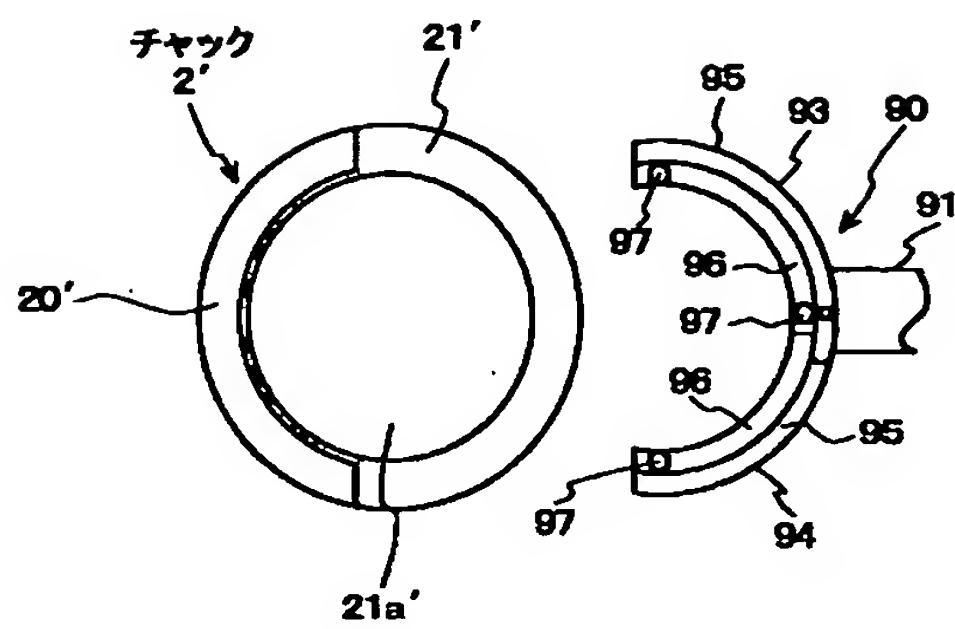


【図14】

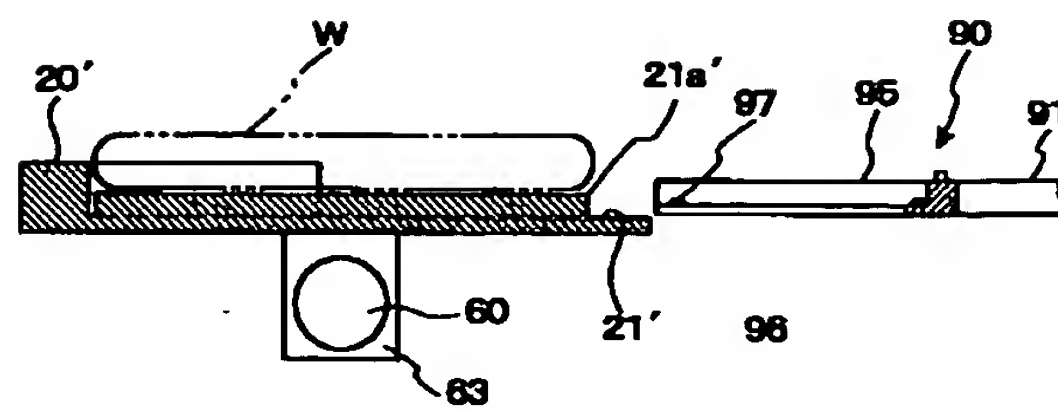




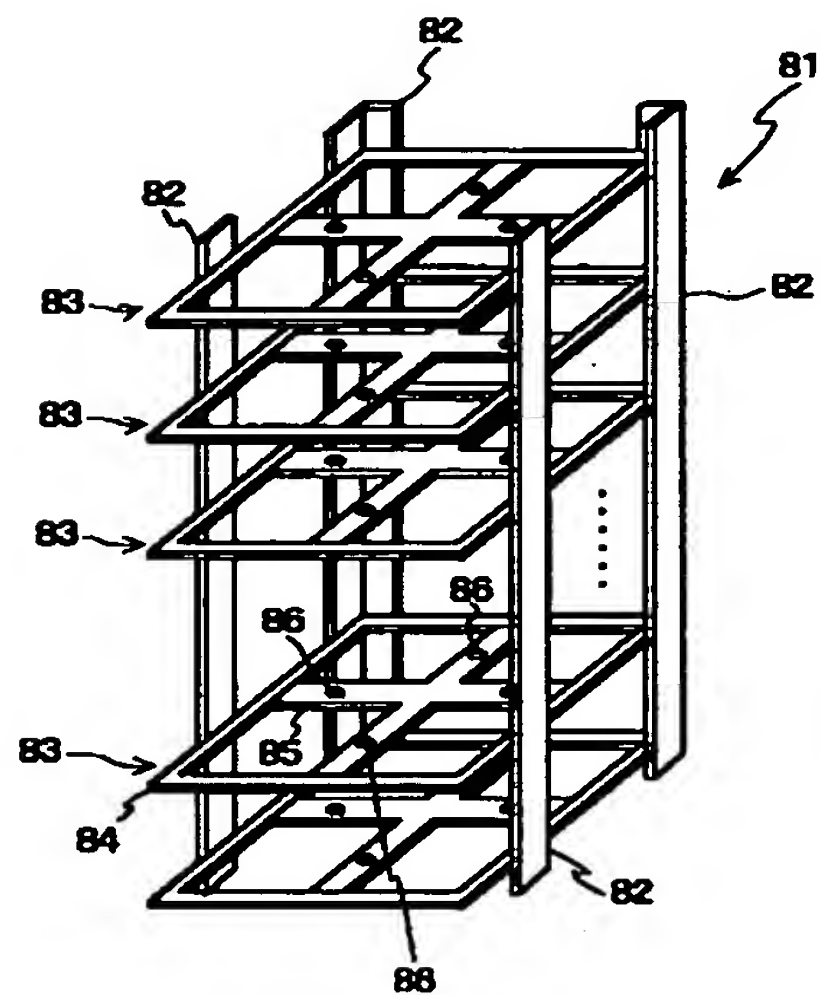
【図11】



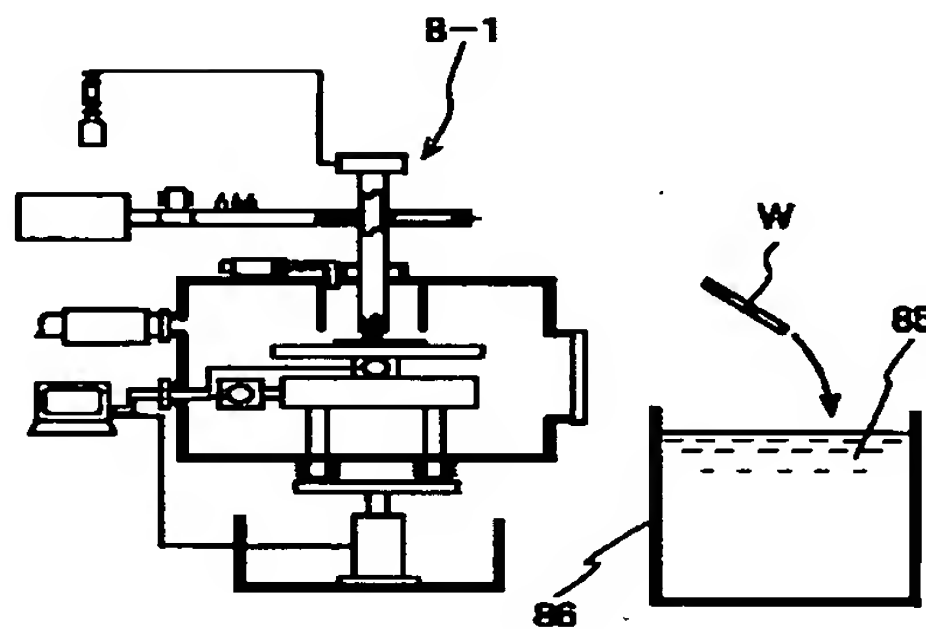
【図12】



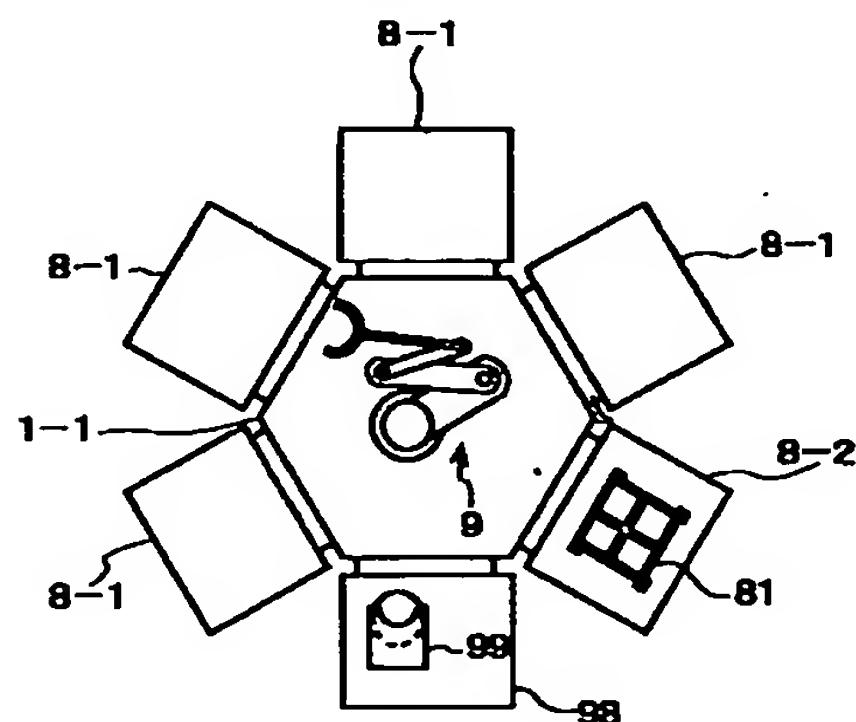
【図13】



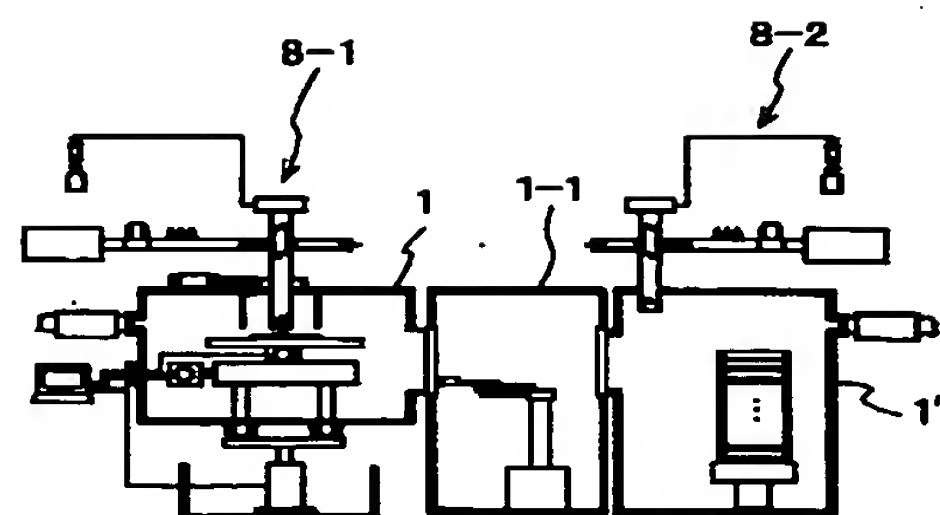
【図16】



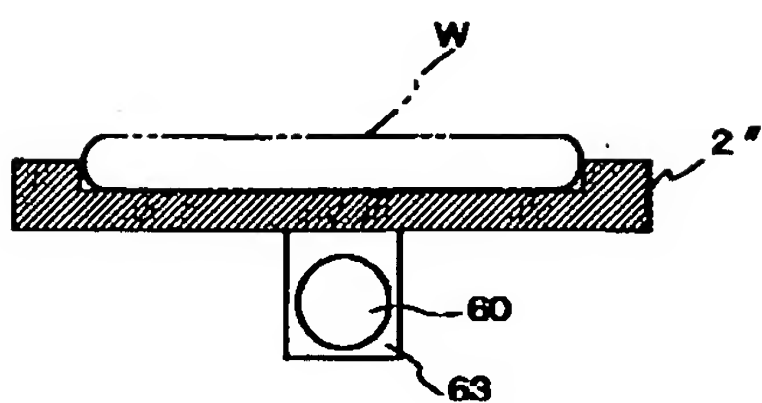
【図18】



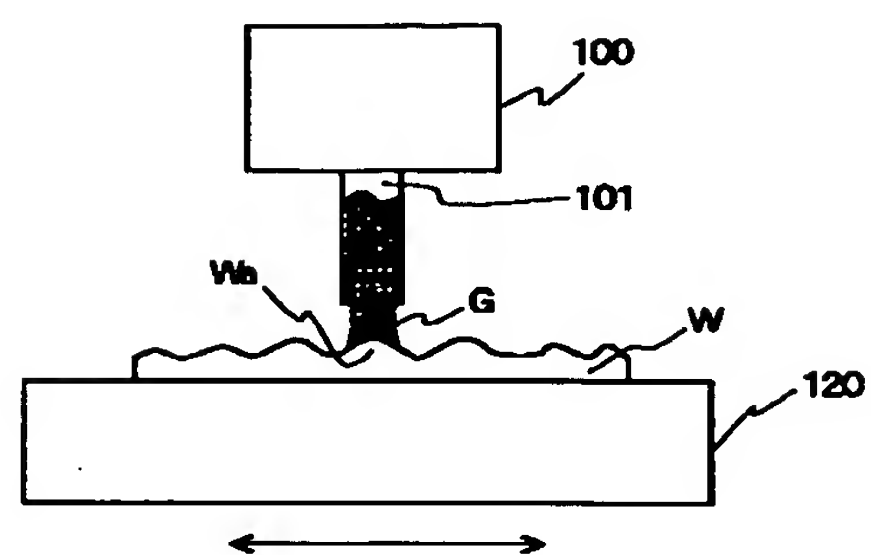
【図17】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F004 AA11 AA14 BA13 BB11 BB22  
BB24 BC03 BC05 BC06 BD07  
CA01 DA01 DA02 DA18 DA26  
DB01 FA08  
5F058 BA20 BC11 BE04 BF62 BG04  
BJ01